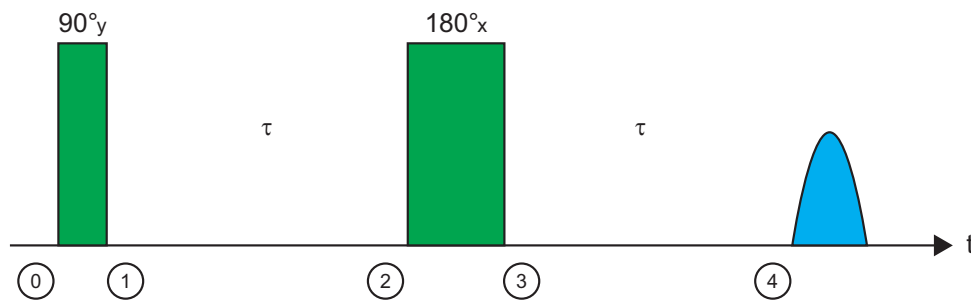


**Zur Beachtung:** Bitte geben Sie Ihren Namen/Ihre Matrikelnummer und Ihre Übungsgruppe auf dem von Ihnen bearbeiteten Blättern an.

## Übungsblatt 8 zur EPR Vorlesung WS17/18

Rückgabe spätestens am 19.12.17 in der Vorlesung oder in den  
jeweiligen Übungsgruppen

### 1. Aufgabe (35%)



a) Berechnen Sie mithilfe der Gleichung:

$$\vec{M}(t_{(n+1)}) = \mathbf{R}\vec{M}(t_n) \text{ mit } n=0,\dots,3$$

die Magnetisierung zu den Zeitpunkten  $t_1$  bis  $t_4$  für ein allgemeines  $\Delta\Omega_0$  (d. h. symbolisch) der oben gezeigten Echo Sequenz. Die Magnetisierung zum Zeitpunkt  $t_0$  ist gegeben durch die Gleichgewichtsmagnetisierung  $\vec{M}^T(t_0) = (0, 0, M_0)$ . Gehen Sie dabei von idealen (d. h. unendlich kurzen) Pulsen aus und vernachlässigen Sie Relaxation.

Diskutieren Sie, wieso es bei der dargestellten Puls-Sequenz zur Bildung eines Puls-Echos kommt und was der Unterschied zu der in der Vorlesung behandelten Hahn-Echo-Sequenz ist.

$$\mathbf{R}_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \alpha & -\sin \alpha \\ 0 & \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \quad \mathbf{R}_y = \begin{pmatrix} \cos \alpha & 0 & \sin \alpha \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin \alpha & 0 & \cos \alpha \end{pmatrix} \quad \mathbf{R}_z = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha & 0 \\ \sin \alpha & \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

b) Berechnen Sie wie viel Zeit nach Beginn des ersten Pulses vergeht, bis Sie das Maximum des Echos detektieren können, wenn ihr  $\pi$ -Puls eine Länge von 36 ns hat und das Zeitinkrement  $\tau$  zwischen den zwei Pulsen 220 ns beträgt. Gehen Sie zunächst bei Ihrer Berechnung davon aus, dass es sich um ideale Pulse handelt.

Diskutieren Sie anschließend **kurz** (in Stichpunkten), welche Probleme für diese Berechnung bei realen Pulsen auftritt.

## 2. Aufgabe (35%)

Es soll anhand der Relaxationseigenschaften untersucht werden, warum in der EPR Spektroskopie meist kein FID sondern ein Echo detektiert wird. Dies geschieht bei einem System, in dem die Relaxationskonstanten  $T_2^* = 18 \text{ ns}$  und  $T_2' = 20 \text{ ns}$  vorliegen. Gehen Sie von idealen Pulsen aus und vernachlässigen Sie die longitudinale Relaxation.

a) Nach einem  $90_y^\circ$ -Puls liegt nur Magnetisierung entlang der x-Achse vor:  $M_x(0) = M_0$ . Auf welchen Magnetisierungswert  $M_x(t)$  ist das Signal ihres FIDs nach einer Totzeit durch den Schutzpuls von 100 ns abgefallen?

b) Nun führen Sie 100 ns nach den  $90_y^\circ$ -Puls einen  $180_y^\circ$ -Puls ein. Auf welchen Magnetisierungswert  $M_x(t)$  würde das maximale Signal des Echos abgefallen sein, wenn sie es detektieren?

## 3. Aufgabe (30%)

a) Wie lang ist der  $\pi$ -Puls bei einer Mikrowellenleistung Leistung von  $P_{mw} = 1 \text{ kW}$  und einem Konversionsfaktor von  $C_R = 250 \frac{\mu\text{T}}{\sqrt{\text{W}}}$ ?

b) Ist die spektrale Anregungsbreite dieses Pulses breit genug um die Pulverprobe aus Übungsblatt 5 / Aufgabe 2 bei einer Frequenz von 262 GHz anzuregen?